

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-074514

(43)Date of publication of application : 18.03.1997

(51)Int.Cl.

H04N 5/232

G02B 7/28

G03B 13/36

(21)Application number : 08-167321

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 27.06.1996

(72)Inventor : OOHAMA NAGAAKI  
HIBI YASUSHI

(30)Priority

Priority number : 07161935

Priority date : 28.06.1995

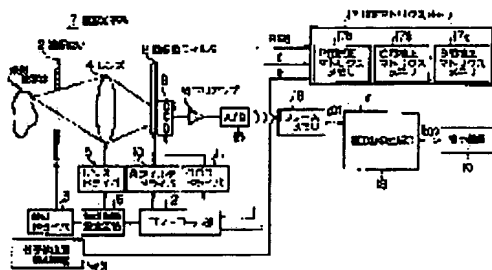
Priority country : JP

## (54) IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image pickup device which can accurately restore a deteriorated photographed image into an original image regardless of the characteristic of a photographing optical system.

SOLUTION: An image pickup device is provided with a CCD 9 which photographs the image of an object that is made incident via an optical system 7, an object position detector 13 which detects the distance between the object and the system 7, a control part 12 which detects the focal distance of the system 7, a corrected matrix memory 17 which stores the corrected data corresponding to the combinations of plural distances between the object and the system 7 and plural focal distances, and a corrected image generation part 18 which reads the corrected data corresponding to the distance between the object and the system 7 and the focal distance of the system 7 which are detected by the detector 13 and the part 12 respectively out of the memory 17 and then corrects the image photographed by the CCD 9 based on the read corrected data.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] Photography optical system and an image pick-up means to picturize the body image of the photography photographic subject by which incidence is carried out through this photography optical system, A photographic subject location detection means to detect the distance between said photography optical system and photography photographic subjects, A storage means by which the amendment data corresponding to the combination of two or more distance between a focal distance detection means to detect the focal distance of said photography optical system, and said photography optical system and photography photographic subject, and two or more focal distances were memorized, The distance between said photography optical system and photography photographic subjects which were detected by said photographic subject location detection means and said focal distance detection means, And image pick-up equipment characterized by providing a degradation image amendment means to perform amendment processing to the body image which read the amendment data corresponding to the focal distance of photography optical system from said storage means, and was picturized by said image pick-up means using this read amendment data.

[Claim 2] Said photography optical system, a photography photographic subject and the distance information between said image pick-up means, the focal distance information on said photography optical system, and the optical-system information on the design about said photography optical system are used. The ideal image information which carries out image formation to said image pick-up means theoretically from the spatial-frequency information on the same photography photographic subject when said photography optical system is in a focus condition by count, Image pick-up equipment according to claim 1 characterized by obtaining the degradation image information which carries out image formation to said image pick-up means theoretically when said photography optical system is in the condition of not focusing, and asking for said amendment data by count from these ideal image information and degradation image information.

[Claim 3] Photography optical system and an image pick-up means to picturize the body image of the photography photographic subject by which incidence is carried out through this photography optical system, A focal distance detection means to detect the focal distance of said photography optical system, and a focal distance change means to change the focal distance of said photography optical system, A photographic subject location detection means to detect the distance between said photography optical system and photography photographic subjects, A focal distance output means to output the set point of the focal distance given to said focal distance change means, A storage means by which the amendment data corresponding to the combination of two or more distance between said photography optical system and photography photographic subjects and two or more focal distances were memorized, The distance between said photography optical system and photography photographic subjects which were detected by said photographic subject location detection means and said focal distance detection means, And the amendment data corresponding to the focal distance of photography optical system are read from said storage means. It has a degradation image amendment means to perform amendment processing to the body image picturized by said image pick-up means

using this read amendment data. The ideal image information of the image when carrying out image formation of the same photography photographic subject to said image pick-up means, when said photography optical system is in a focus condition, The degradation image information of the image when carrying out image formation to said image pick-up means, when it is in the condition of not focusing, under the distance A of the arbitration from said photography optical system to a photography photographic subject is actually obtained. Image pick-up equipment characterized by asking for said amendment data under the distance A of the arbitration from said photography optical system to a photography photographic subject by count from these ideal image information and degradation image information.

[Claim 4] Said storage means has amendment data corresponding to the combination of two or more distance between said photography optical system and photography photographic subjects, and two or more focal distances of said photography optical system. Said degradation image amendment means Image pick-up equipment according to claim 3 characterized by performing amendment processing to the body image picturized with said image pick-up means using the amendment data read from said storage means based on the focal distance information which the distance information which said photographic subject location detection means searched for, and said focal distance output means outputted.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to image pick-up equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the image pick-up equipment of a photographic subject, in order to prevent a photographic subject image deteriorating with the property of photography optical system at the time of photography, a certain approach is used. For example, by arranging combining two or more lenses suitably, aberration of a lens is lessened as much as possible, and there are some which meant suppressing degradation of the photographic subject image at the time of photography. Moreover, in order to double the focus of a lens, there is also image pick-up equipment which used the automatic focus device.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above-mentioned conventional image pick-up equipment, when a cheap lens was combined suitably, the image which deteriorated was not able to be restored correctly. Moreover, when an expensive lens is combined, the whole photography optical system will become big. Moreover, in order to acquire a good focus condition, expensive AF device had to be used.

[0004] The image pick-up equipment of this invention is made paying attention to such a technical problem, and the place made into the purpose is irrespective of the property of photography optical system to offer the image pick-up equipment which can restore the picturized degradation image to the original image correctly.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the image pick-up equipment concerning the 1st invention Photography optical system and an image pick-up means to picturize the body image of the photography photographic subject by which incidence is carried out through this photography optical system, A photographic subject location detection means to detect the distance between said photography optical system and photography photographic subjects, A storage means by which the amendment data corresponding to the combination of two or more distance between a focal distance detection means to detect the focal distance of said photography optical system, and said photography optical system and photography photographic subject, and two or more focal distances were memorized, The distance between said photography optical system and photography photographic subjects which were detected by said photographic subject location detection means and said focal distance detection means, And the amendment data corresponding to the focal distance of photography optical system are read from said storage means, and a degradation image amendment means to perform amendment processing to the body image picturized by said image pick-up means using this read amendment data is provided.

[0006] Moreover, the image pick-up equipment concerning the 2nd invention is set to the image pick-up equipment concerning the 1st invention. Said photography optical system, a photography photographic subject and the distance information between said image pick-up means, the focal distance information on said photography optical system, and the optical-system information on

the design about said photography optical system are used. The ideal image information which carries out image formation to said image pick-up means theoretically from the spatial-frequency information on the same photography photographic subject when said photography optical system is in a focus condition by count. When said photography optical system is in the condition of not focusing, the degradation image information which carries out image formation to said image pick-up means theoretically is obtained, and it asks for said amendment data by count from these ideal image information and degradation image information.

[0007] Moreover, an image pick-up means to picturize the body image of the photography photographic subject with which incidence of the image pick-up equipment concerning the 3rd invention is carried out through photography optical system and this photography optical system. A focal distance detection means to detect the focal distance of said photography optical system, and a focal distance change means to change the focal distance of said photography optical system, A photographic subject location detection means to detect the distance between said photography optical system and photography photographic subjects, A focal distance output means to output the set point of the focal distance given to said focal distance change means, A storage means by which the amendment data corresponding to the combination of two or more distance between said photography optical system and photography photographic subjects and two or more focal distances were memorized, The distance between said photography optical system and photography photographic subjects which were detected by said photographic subject location detection means and said focal distance detection means, And the amendment data corresponding to the focal distance of photography optical system are read from said storage means. It has a degradation image amendment means to perform amendment processing to the body image picturized by said image pick-up means using this read amendment data. The ideal image information of the image when carrying out image formation of the same photography photographic subject to said image pick-up means, when said photography optical system is in a focus condition, The degradation image information of the image when carrying out image formation to said image pick-up means, when it is in the condition of not focusing, under the distance A of the arbitration from said photography optical system to a photography photographic subject is actually obtained. It asks for said amendment data under the distance A of the arbitration from said photography optical system to a photography photographic subject by count from these ideal image information and degradation image information.

[0008] In the image pick-up equipment which the image pick-up equipment concerning the 4th invention requires for the 3rd invention moreover, said storage means It has amendment data corresponding to the combination of two or more distance between said photography optical system and photography photographic subjects, and two or more focal distances of said photography optical system. Said degradation image amendment means Amendment processing is performed to the body image picturized with said image pick-up means using the amendment data read from said storage means based on the focal distance information which the distance information which said photographic subject location detection means searched for, and said focal distance output means outputted.

[0009] That is, the image pick-up equipment concerning the 1st invention detects the focal distance of said photography optical system with a focal distance detection means while detecting the distance between said photography optical system and photography photographic subjects with a photographic subject location detection means in picturizing the body image of the photography photographic subject by which incidence is carried out through photography optical system with an image pick-up means. Moreover, the amendment data corresponding to the combination of two or more distance between said photography optical system and photography photographic subjects and two or more focal distances are memorized for the storage means. And the amendment data corresponding to the distance between said photography optical system and photography photographic subjects which were detected by said photographic subject location detection means and said focal distance detection means, and the focal distance of photography optical system are read from said storage means, and a degradation image amendment means is made to perform amendment processing to the body image picturized by said image pick-up means using this read amendment data.

[0010] Moreover, the image pick-up equipment concerning the 2nd invention is set to the image pick-up equipment concerning the 1st invention. Said photography optical system, a photography photographic subject and the distance information between said image pick-up means, the focal distance information on said photography optical system, and the optical-system information on the design about said photography optical system are used. The ideal image information which carries out image formation to said image pick-up means theoretically from the spatial-frequency information on the same photography photographic subject when said photography optical system is in a focus condition by count, When said photography optical system is in the condition of not focusing, the degradation image information which carries out image formation to said image pick-up means theoretically is obtained, and it asks for said amendment data by count from these ideal image information and degradation image information.

[0011] Moreover, the image pick-up equipment concerning the 3rd invention detects the distance between said photography optical system and photography photographic subjects with a photographic subject location detection means while detecting the focal distance of said photography optical system with a focal distance detection means in picturizing the body image of the photography photographic subject by which incidence is carried out through photography optical system with an image pick-up means. At this time, the set point of the focal distance outputted by the focal distance output means is given to a focal distance change means, and the focal distance of said photography optical system is changed. Moreover, the amendment data corresponding to the combination of two or more distance between said photography optical system and photography photographic subjects and two or more focal distances are memorized for the storage means. And the amendment data corresponding to the distance between said photography optical system and photography photographic subjects which were detected by said photographic subject location detection means and said focal distance detection means, and the focal distance of photography optical system are read from said storage means, and a degradation image amendment means is made to perform amendment processing to the body image picturized by said image pick-up means using this read amendment data. The ideal image information of the image when carrying out image formation of the same photography photographic subject to said image pick-up means at this time, when said photography optical system is in a focus condition, The degradation image information of the image when carrying out image formation to said image pick-up means, when it is in the condition of not focusing, under the distance A of the arbitration from said photography optical system to a photography photographic subject is actually obtained. It asks for said amendment data under the distance A of the arbitration from said photography optical system to a photography photographic subject by count from these ideal image information and degradation image information.

[0012] In the image pick-up equipment which the image pick-up equipment concerning the 4th invention requires for the 3rd invention moreover, for said storage means The amendment data corresponding to the combination of two or more distance between said photography optical system and photography photographic subjects and two or more focal distances of said photography optical system are memorized. Said degradation image amendment means is made to perform amendment processing to the body image picturized with said image pick-up means using the amendment data read from said storage means based on the focal distance information which the distance information which said photographic subject location detection means searched for, and said focal distance output means outputted.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained to a detail with reference to a drawing. Drawing 1 is the block diagram showing the configuration of the image pick-up equipment concerning the 1st operation gestalt of this invention. In this drawing, the photography optical system 7 is arranged at the position which can photo the photography photographic subject 1. This photography optical system 7 consists of a diaphragm driver 3 which drives the field diaphragm 2 and this field diaphragm 2 for adjusting the flux of light from the photography photographic subject 1, a lens driver 5 which drives a lens (moving lens) 4 and this lens 4, and controls a focal distance, and a focal distance setting circuit 6 which sets up a focal distance.

[0014] Moreover, the photography optical system 7 is adjoined, the rotation color filter 8 which consists of a color filter of R (red), G (green), and B (blue) is arranged, and CCD9 as an image pick-up means for detecting the light which penetrated the lens 4, pre amplifier 14, A/D converter 15, and the frame memory 16 are connected to this rotation color filter 8 in order. A frame memory 16 is connected to the 1st input section of the amendment image generation section 18 as a degradation image amendment means to generate an amendment image, and the output section of this amendment image generation section 18 is connected to the display 19 for displaying the generated amendment image.

[0015] Moreover, the amendment matrix memory 17 as a storage means consists of amendment matrix memory 17a for R (red), amendment matrix memory 17b for G (green), and amendment matrix memory 17c for B (blue), and the 1st input section and 2nd input section are connected to the control section 12. The 1st input section receives the RGB selection signal for choosing one from among three amendment matrix memory 17a, 17b, and 17c, and the 2nd input section receives the focal distance information f. Moreover, the 3rd input section of the amendment matrix memory 17 is connected to photographic subject location detection equipment 13 so that it may receive the photographic subject positional information q, and the output section is connected to the 2nd input section of the amendment image generation section 18. Photographic subject location detection equipment 13 and the control section 12 constitute a detection means to detect the optical parameter (the photographic subject positional information q and focal distance information f) which determines the property of the photography optical system 7.

[0016] Furthermore, the control section 12 is connected to the focal distance setting circuit 6 connected to the above-mentioned diaphragm driver 3 and the lens driver 5, the color filter driver 10 for driving the rotation color filter 8, and the CCD driver 11 for driving CCD9.

[0017] Amendment matrix memory 17a for R (red) of the above-mentioned amendment matrix memory 17, Although the amendment matrix for R as amendment data for amending the image which deteriorated, respectively, the amendment matrix for G, and the amendment matrix for B are searched for beforehand and memorized by amendment matrix memory 17b for G (green), and amendment matrix memory 17c for B (blue). The calculation approach of this amendment matrix is explained below.

[0018] Drawing 2 shows the configuration for computing such an amendment matrix, and possesses the amendment matrix study circuit 20 which calculates an amendment matrix by study described below in response to the degradation image and ideal image as study data, and the amendment matrix memory 21 for memorizing the amendment matrix searched for. Here, an ideal image uses the pattern information which can express the spatial-frequency information on the flat surface which intersects perpendicularly with an optical axis as shown in drawing 7 (a) - (c) as an example. The amendment matrix explained in full detail below will become more proper, so that the number of patterns of the ideal image to be used is made [ many ]. Below, this number of patterns is expressed as P. Moreover, a degradation image is the image information for which it asked by count from said pattern information which is ideal image information using the distance information between said photography optical system 7 and photography photographic subjects 1 which photographic subject distance detection equipment 13 detected, the focal distance information on said photography optical system 7 which the focal distance setting circuit 6 set up, and the optical information on the design about said photography optical system 7.

[0019] When the original image deteriorates by generally picturizing through photography optical system, the multiplication of the predetermined amendment matrix V is carried out to degradation image g (r), and it is the amendment image f<sub>c</sub>. It is known by obtaining (r) that the original image can be restored.

[0020]

$$f_c(r) = Vxg(r) \quad \text{--- (1)}$$

How to ask below for this amendment matrix V is explained. Here, as optical data on the design beforehand obtained about known photography optical system, two or more focal distance data and the location data of the photographic subject over an image sensor are prepared. And every



P training sets each (study set) about degradation image  $g(r)$  and ideal image  $f(r)$  to it ( $i=1-P$ ) are prepared as study data about 1 set of specific focal distance-photographic subject location data from these data.

[0021]

Degradation image  $g(i)(r)$   $i=1-P$  ideal image  $f(i)(r)$   $i=1-P$  amendment image  $fc(i)(r)$   $i=1-P$   $fc(i)(r) = V \times g(i)(r)$  -- (2)

It becomes. Here, it is a performance index  $E$  [0022]

[Equation 1]

$$E = \sum_{i=1}^P (fc^{(i)}(r) - f^{(i)}(r))^2 / 2$$

$$= \sum_{i=1}^P (V \times g^{(i)}(r) - f^{(i)}(r))^2 / 2 \quad \dots (3)$$

A definition is given. Moreover, each P training set of every is expressed with the following matrix notations.

[0023]

$F = (f(1), f(2), \dots, f(p))$

$G = (g(1), g(2), \dots, g(p))$

$Fc = (fc(1), fc(2), \dots, fc(p))$

Formula for updating the amendment matrix  $V$ , in order to search for  $Fc = VG$  and the optimal amendment matrix  $V$   $V(k+1) = V(k) - \gamma (dE/dV(k))$   $\gamma$ : Constant -- (4)

\*\* -- if it gives like  $V(k+1) = V(k) - \gamma (Fc - F) G^t = V(k) - \gamma (V(k)G - F) G^t = V(k) + (I - \gamma GG^t) \gamma FG^t$  -- (5)

(4) Set at a ceremony and it is  $G^t$ . It is the transposed matrix of  $G$  and  $I$  is a unit matrix.

[0024] Here, it is  $GG^t$ . It is regular, and when  $\gamma$  fills  $0 < 1 - \gamma \lambda_{\max} < 1$  to all that characteristic value  $\lambda_{\max}$ , it converges and the amendment matrix  $V$  becomes the following (6) types.

[0025]

[Equation 2]

$$V^{(\infty)} = F G^t (F F^t)^{-1} \quad \dots (6)$$

[0026] P study data each about the degradation image  $G$  and the ideal image  $F$  into which the amendment matrix study circuit 20 was inputted -- using -- (6) types -- being based -- the amendment matrix  $V$  -- asking -- this --  $R$ ,  $G$ , and  $B$  -- an amendment matrix is learned about three colors, respectively, and it memorizes serially in the amendment matrix memory 21.

[0027] Next, the amendment matrix  $V$  is searched for for every color by the above-mentioned approach using another data as photographic subject location data using the thing same as focal distance data. The amendment matrix  $V$  which followed all the photographic subject location data that prepared such actuation beforehand, and was acquired is memorized in the amendment matrix memory 21.

[0028] Next, shortly, the amendment matrix  $V$  is searched for for every color about one photographic subject location data, exchanging focal distance data, and the amendment matrix  $V$  which followed all the focal distance data that prepared this actuation beforehand, and was acquired is memorized in the amendment matrix memory 21.

[0029] The object for  $R$  stored in the amendment matrix memory 21, the object for  $G$ , and the amendment matrix data for  $B$  are written in the amendment matrix memory 17 incorporated before this image pick-up equipment was shipped to the commercial scene. At this time, for example, the amendment matrix data for  $R$ , as shown in drawing 3, they are each photographic subject location  $q_1, q_2, \dots, q_n$ . Each focal distance  $f_1, f_2, \dots, f_n$  It is matched and written in.

[0030] The amendment actuation which amends a degradation image using the amendment matrix memory 17 the amendment matrix  $V$  for which below was asked by the above-mentioned approach was remembered to be is explained. First, if the focal distance of a lens 4 is inputted into the control section 12, the focal location circuit 6 will set up a focal distance by the

command from the control section 12. The lens driver 5 drives a lens 4 and adjusts that location so that it may become this set-up focal distance. Here, since it is made the simplest possible configuration with the 1st operation gestalt, using a comparatively cheap lens in order to make image pick-up optical system small, even if it adjusts a focal location, a good focus condition is not acquired according to the aberration of a lens etc., but the photographic subject image at the time of an image pick-up may deteriorate and fade. However, the amendment processing which used the amendment matrix later mentioned even if an image deteriorates at this time can restore the original image.

[0031] Next, after setting the rotation color filter 8 to the R side by the color filter driver 10, the photography photographic subject 1 is photoed through the lens 4 with which the focal distance was set up, and by CCD9, body light is detected and it outputs as an electrical signal. This electrical signal is amplified by pre amplifier 14, and is changed into a digital signal with A/D converter 15. The changed digital signal is stored in a frame memory 16, and is sent to the amendment image generation section 18 as a picture signal for R (degradation image  $g(r)$ ).

[0032] The picture signal for R inputted into the amendment image generation section 18 is the following, and is made and amended. First, in the amendment matrix memory 17, amendment matrix memory 17a for R is chosen by the RGB selection signal from the control section 12, and the amendment matrix V for R corresponding to the photographic subject positional information  $q$  from photographic subject location detection equipment 13 and the focal distance information  $f$  from the control section 12 is read from amendment matrix memory 17 for R a. Here, when there is no same value as the photographic subject positional information  $q$  from photographic subject location detection equipment 13 and the focal distance information  $f$  from the control section 12 in amendment matrix memory 17a for R, using the photographic subject positional information near each numeric value, and focal distance information, the amendment matrix V for R is chosen and it reads from amendment matrix memory 17 for R a. The amendment image generation section 18 is the amendment image  $fc$  for R by carrying out the multiplication of the degradation image [ as a picture signal for R which possesses multiplication section 18a as shown in drawing 4 , and is inputted from the amendment matrix V for R, and a frame memory 16 by this multiplication section 18a ]  $g(r)$ .  $(r)$  is generated and it outputs to a display 19.

[0033] Next, while setting the rotation color film 8 as G (green) by the color filter driver 10, amendment matrix memory 17b for G is chosen with a RGB selection signal.

[0034] The focal distance of the lens for obtaining the image for G is not changed. Therefore, the focal distance information  $f$  outputted from the control section 12 is the same data as what was used at the time of the image for R.

[0035] The amendment image generation section 18 carries out the multiplication of the amendment matrix V for G from amendment matrix memory 17 for G b for reading the image data for G which photoed the photography photographic subject 1 and was obtained from a frame memory 16, and is the amendment image  $fc$  for G. It asks for  $(r)$  and this is outputted to a display 19. The multiplication of the amendment matrix V for B from amendment matrix memory 17 for B c is hereafter carried out also with the image data for B (blue) obtained similarly, and it is the amendment image  $fc$  for B. In quest of  $(r)$ , it outputs to a display 19.

[0036] A display 19 is the object for R obtained by doing in this way, an object for G, and the amendment image  $fc$  for B. The synthetic image which compounds  $(r)$  and is obtained is displayed. As mentioned above, according to the 1st operation gestalt, the image which deteriorated by image pick-up can be correctly restored to the original image irrespective of the property of photography optical system. The configuration of photography optical system can be considered as a cheap configuration by this. That is, the original image can be correctly restored having used a cheap lens, simple photography optical system, or AF device that is not high as for precision, or by amending using the amendment matrix of this operation gestalt, even if the image at the time of an image pick-up deteriorates, since it does not have a device for doubling a focus. Moreover, since this operation gestalt is preparing the amendment matrix about each three color of R, G, and B, since the cheap lens was used, even if chromatic aberration occurs, it amends this and can restore the original image. In addition, when a lens with little chromatic aberration is used, it is not necessary to search for an amendment matrix about three colors of

RGB, and is good only by brightness data.

[0037] In addition, when a lens 4 is exchanged for other lenses, you may make it exchange for other memory cards according to this, using a memory card removable as amendment matrix memory 17.

[0038] The 2nd operation gestalt of this invention is explained below. The 2nd operation gestalt picturizes a photographic subject using the photography optical system actually used, and uses the obtained image as study data. Here, the photography optical system of a configuration as shown in drawing 5 shall be used. It differs mainly from the 1st operation gestalt in that the circuit block which consists of an amendment matrix study circuit 20 and study data memory 21 in the configuration of the 1st operation gestalt which shows this configuration to drawing 1 was established further. This circuit block is connected to the study changeover switch 22 prepared between a frame memory 16 and the amendment image generation section 18, the control section 12 and photographic subject location detection equipment 13, and the amendment matrix memory 17. Since other configurations are the same as that of the 1st operation gestalt, explanation is omitted here.

[0039] First, the focal distance of the lens 4 which makes the study changeover switch 22 the a side, and the image of the photography photographic subject 1 has a focus in CCD9, and carries out image formation to it is inputted into the control section 12. Here, when the photography optical system 7 has AF function, AF control section which is not illustrated performs the input of the focal distance of the lens 4 to the control section 12, and when the photography optical system 7 does not have AF function, an operator performs it by the manual. The lens driver 5 drives a lens 4 and adjusts that location so that it may become this set-up focal distance. Next, after setting the rotation color filter 8 as R (red) by the color filter driver 10, the photography photographic subject 1 is photoed through the lens 4 with which the focal distance was set up, and by CCD9, body light is detected and it outputs as an electrical signal. A pattern as shown in drawing 7 used with the 1st operation gestalt as a photography photographic subject 1 here is used. However, with the 2nd operation gestalt, the actual chart which has a pattern as shown in drawing 7 is used as a photography photographic subject 1. The electrical signal outputted from CCD9 is amplified by pre amplifier 14, and after being changed into a digital signal with A/D converter 15, it is stored in a frame memory 16 as image data. Moreover, the image data written in the frame memory 16 is written also in the study data memory 21 as study data. The rotation color filter 8 is changed similarly and the image data obtained by performing the above-mentioned actuation also about G (green) and B (blue) is written in the study data memory 21. At this time, the focal distance information f from the control section 12 and the photographic subject positional information q from photographic subject location detection equipment 13 are detected, and the study data memory 21 memorizes.

[0040] The image data memorized to this study data memory 21 is used as ideal image f (i) explained in full detail below. Next, in order to capture a degradation image, image data is stored in the study data memory 21 like the actuation which changed the focal distance, the photographic subject location, and the color filter, photoed the photography photographic subject 1, and was shown above. At this time, the focal distance information f from the control section 12 and the photographic subject positional information q detected with photographic subject location detection equipment 13 are memorized by the study data memory 21. The focal distance information f, the photographic subject positional information q and color filter information, and image data match, and are memorized by the study data memory 21.

[0041] How to search for the optimal amendment matrix using the study data for which below was asked by doing in this way is explained. Ideal image f corresponding to this as what has the image data of P sheets here (i) Degradation image g (i) It uses and an amendment matrix is decided.

[0042] Here, it is ideal image f (i). Degradation image g (i) Amendment image fc (i) A matrix notation is used like the 1st operation gestalt, and it is  $F = (f(1), f(2), \dots, f(P))$ .

$G = (g(1), g(2), \dots, g(P))$

$F_c = (f_c(1), f_c(2), \dots, f_c(P))$

A definition is given like  $F_c = VG$ .

[0043] And initial matrix [ of the amendment matrix V ] V (1) It gives and the amendment matrix V is evaluated based on the following (7) types and (8) types. Here, the following formulas are used as a performance index e.

[0044]

[Equation 3]

$$e = \sum_{i=1}^P (f_c^{(i)} - f^{(i)})^2 / 2 = \sum_{i=1}^P (V \times g^{(i)}(r) - f^{(i)})^2 / 2$$

... ( 7 )

[0045] Value  $e_c$  only with a predetermined value give redundancy here and larger although a performance index  $e$  is considered to be min when  $de/dV$  is set to 0 than the minimum value It uses and  $e$  is  $e_c$ . Evaluation shall be closed when it becomes small (i.e., when the following (8) types are filled).

[0046]

$e < e_c$  -- (8)

first, an amendment matrix -- initial matrix V (1) it is -- the performance index  $e$  at the time is searched for, and it judges whether this  $e$  is filling (8) types. When filling here, it is initial matrix V (1). Although adopted as an amendment matrix, when not filling, an amendment matrix is updated based on the following (9) and (10) types.

[0047]

$V(k+1) = V(k) - \gamma (de/dV(k))$  -- (9)

\*\* -- if it gives like  $V(k+1) = V(k) - \gamma (F_c - F) G_t = V(k) - \gamma (V(k) G - F) G_t = V(k) + (I - \gamma G G_t) \gamma F G_t$  -- (10)

And the value of the amendment matrix when filling (8) types is adopted as optimal amendment matrix V.

[0048] The actuation which searches for the amendment matrix V which used and described the flow chart of drawing 6 above below is explained further. First, the degradation image as photoed study data of P sheets is prepared (step S1). Next, initial amendment matrix V (1) (7) evaluation-of-expression function  $e$  is calculated by using (step S2). Although a unit matrix is usually used as an initial amendment matrix, other matrices may be used if needed. Next, a performance index  $e$  judges whether it fills that it is below a threshold, i.e., (8) types, and, as for the case of YES, makes an initial amendment matrix the amendment matrix of normal (step S9). In NO, it progresses to step S4, it updates an amendment matrix based on (10) types, and determines a provisional amendment matrix here (step S4, S5). Next, a performance index  $e$  is calculated using this provisional amendment matrix, and it judges whether this fills (8) types (steps S6 and S7). After shifting to step S8 and updating an amendment matrix based on (10) types, in NO, it returns to step S5, and it repeats the processing which determined and described above the following provisional amendment matrix V here.

[0049] Let the value of the amendment matrix when filling the above-mentioned processing repeatedly until the performance index  $e$  filled (8) types be the amendment matrix V of normal (step S9). The amendment matrix finally acquired is written in amendment matrix memory 17a for R of the amendment matrix memory 17. When an amendment matrix is not searched for by the above-mentioned approach, it learns by resetting up an initial amendment matrix.

[0050] Thus, after searching for the amendment matrix about each focal distance information f for R (red), and each photographic subject positional information q, in quest of the amendment matrix about each focal distance information f for G (green) and B (blue), and each photographic subject positional information q, it writes in amendment matrix memory 17 for G b, and amendment matrix memory 17c for B at each similarly. As shown in drawing 3 also in this case, they are each photographic subject location  $q_1, q_2, \dots, q_n$ . Each focal distance  $f_1, f_2, \dots, f_n$  It is matched and written in.

[0051] Thus, after the amendment matrix V is memorized by the amendment matrix memory 17, the study changeover switch 22 may be changed to the b side, and the circuit block which consists of an amendment matrix 20 and study data memory 21 may be removed from this image

pick-up equipment. The direction which shipped this image pick-up equipment to the commercial scene where this circuit block is removed can supply the whole equipment cheaply.

[0052] The amendment actuation which amends a degradation image using the amendment matrix memorized by the amendment matrix memory 17 in the image which deteriorated by the image pick-up of a photographic subject below is explained. First, if the focal distance of a lens 4 is inputted into the control section 12, the focal distance setting circuit 6 will set up a focal distance by the command from the control section 12. The lens driver 5 drives a lens 4 and adjusts that location so that it may become this set-up focal distance. Here, since it is made the simplest possible configuration with the 2nd operation gestalt, using a comparatively cheap lens in order to make photography optical system small, even if it adjusts a focal location, a good focus condition is not acquired according to the aberration of a lens etc., but the photographic subject image at the time of an image pick-up may deteriorate and fade. However, the amendment processing which used amendment MATORIMAKUSU later mentioned even if an image deteriorates at this time can restore the original image.

[0053] Next, the photography photographic subject 1 is photoed through the lens 4 with which the color filter 9 was set as R (red), and the focal distance was set up by the color filter driver 10, and by CCD9, body light is detected and it outputs as an electrical signal. This electrical signal is amplified by pre amplifier 14, and is changed into a digital signal with A/D converter 15. After this digital signal is stored in a frame memory 16, it is outputted to the amendment image generation section 18 as picture signal for R g (r).

[0054] At this time, the focal distance information f from the control section 12 and a RGB selection signal, and the photographic subject positional information q from photographic subject location detection equipment 13 are supplied to the amendment matrix memory 17. And amendment matrix memory 17a for R is chosen by the RGB selection signal, the amendment matrix V for R which corresponds from amendment matrix memory 17 for R a by the focal distance information f and the photographic subject positional information q is chosen, and it is outputted to the amendment image generation section 18. Here, when there is no same value as the photographic subject positional information q and the focal distance information f in amendment matrix memory 17a for R, using the photographic subject positional information near each numeric value, and focal distance information, the amendment matrix V for R is chosen and it reads from amendment matrix memory 17 for R a. The amendment image generation section 18 is the amendment image fc for R by carrying out the multiplication of the picture signal [ from a frame memory 16 ] for R g (r) to this amendment matrix V for R. (r) is generated and it outputs to a display 19.

[0055] Then, the rotation color filter 8 is set as G (green) by the color filter driver 10. The focal distance of the lens for obtaining the image for G here is not changed. Therefore, the focal distance information f outputted from the control section 12 is the same data as what was used at the time of the image for R. It is picture signal for G g (r) about the image which picturized the photography photographic subject 1 and was obtained. It carries out and inputs into the amendment image generation section 18. Similarly, based on the focal distance information f, the photographic subject positional information q, and a RGB selection signal, the amendment matrix V which corresponds from amendment matrix memory 17 for G b is chosen, and it inputs into the amendment image generation section 18 shortly. The amendment image generation section 18 carries out the multiplication of the amendment matrix V to picture signal for G g (r), and is the amendment image fc for G. (r) is generated and it outputs to a display 19. Similarly, it is the amendment image fc for B. (r) is obtained and it outputs to a display 19. A display 19 is the inputted object for R, an object for G, and the amendment image fc for B. The amendment image which compounds (r) and is obtained is displayed.

[0056] According to the above-mentioned 2nd operation gestalt, the image which deteriorated by image pick-up can be correctly restored to the original image irrespective of the property of photography optical system. The configuration of photography optical system can be considered as a cheap configuration by this. That is, the original image can be correctly restored having used a cheap lens, simple photography optical system, or AF device that is not high as for precision, or by amending using an amendment matrix, even if the image at the time of an image

pick-up deteriorates, since it does not have a device for doubling a focus. Since the amendment matrix is especially searched for by study using actual photography optical system with the 2nd operation gestalt, the high amendment matrix of precision can be acquired more. Moreover, since this operation gestalt is preparing the amendment matrix about each three color of R, G, and B, since the cheap lens was used, even if chromatic aberration occurs, it amends this and can restore the original image. In addition, when a lens with little chromatic aberration is used, it is not necessary to search for an amendment matrix about three colors of RGB, and is good only by brightness data.

[0057] In addition, it is realizable, although the focal distance information on a lens 4 has been acquired by moving the location of a lens 4 with the above-mentioned 1st and 2nd operation gestalt, in addition even if it uses for example, a liquid crystal lens. That is, the refractive index inside liquid crystal is changed and you may make it change a focal distance by placing a liquid crystal lens in a fixed position, and changing the electrical potential difference impressed to this liquid crystal lens. Moreover, the optical system which used the lens 4 as the single lens and has placed it in a fixed position may be used. Optical system can be made still smaller by placing optical system in a fixed position.

[0058] Moreover, since the amendment matrix is beforehand searched for in advance of photography of a photographic subject, it has the advantage which can perform amendment processing after photography at a high speed. However, this invention is not limited to this, but you may make it search for an amendment matrix, performing actual photography. The high amendment matrix of precision can be acquired more by this.

[0059]

[Effect of the Invention] According to this invention, the image which deteriorated by image pick-up can be correctly restored to the original image irrespective of the property of photography optical system. The configuration of photography optical system can be considered as a simple and cheap configuration by this.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the configuration of the image pick-up equipment concerning the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is drawing for explaining study actuation of an amendment matrix study circuit.

[Drawing 3] It is drawing showing the data configuration of amendment matrix memory.

[Drawing 4] It is drawing showing the configuration of the amendment image generation section.

[Drawing 5] It is drawing showing the configuration of the image pick-up equipment concerning the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 6] It is a flow chart for explaining decision actuation of the amendment matrix of the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 7] It is drawing showing an example of an ideal image.

### [Description of Notations]

1 [ -- A lens, 5 / -- Lens driver, ] -- A photography photographic subject, 2 -- A field diaphragm, 3 -- A diaphragm driver, 4 6 [ -- CCD, ] -- A focal distance setting circuit, 7 -- Photography optical system, 8 -- A rotation color filter, 9 10 -- A color filter driver, 11 -- CCD, 12 -- Control section, 13 [ -- Frame memory, ] -- A diaphragm driver, 14 -- Pre amplifier, 15 -- A/D, 16 17 -- Amendment matrix memory, the amendment matrix memory for 17 a--R, the amendment matrix memory for 17 b--G, the amendment matrix memory for 17 c--B, 18 -- The amendment image generation section, 19 -- Display.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-74514

(43)公開日 平成9年(1997)3月18日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 5/232			H 0 4 N 5/232	J
G 0 2 B 7/28			G 0 2 B 7/11	N
G 0 3 B 13/36			G 0 3 B 3/00	A

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 10 頁)

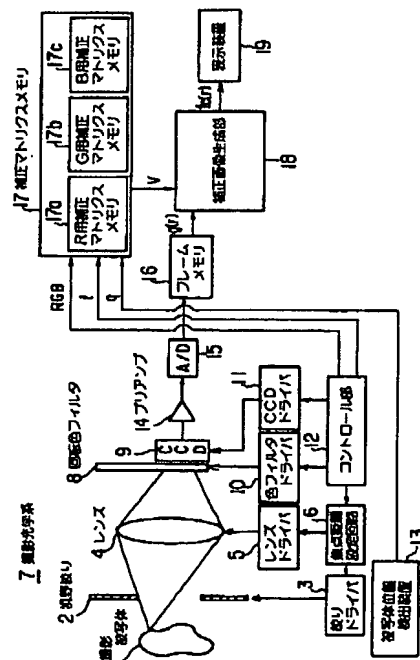
(21)出願番号	特願平8-167321	(71)出願人	000000376 オリンパス光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(22)出願日	平成8年(1996)6月27日	(72)発明者	大山 永昭 神奈川県川崎市川崎区観音2-3-9
(31)優先権主張番号	特願平7-161935	(72)発明者	日比 靖 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(32)優先日	平7(1995)6月28日		オリンパス光学工業株式会社内
(33)優先権主張国	日本(JP)	(74)代理人	弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【課題】撮影光学系の特性にかかわらず、撮像した劣化画像を正確に元の画像に復元することができる撮像装置を提供する。

【解決手段】撮影光学系 7 を介して入射される撮影被写体の物体像を撮像する CCD 9 と、撮影光学系 7 と撮影被写体との間の距離を検出する被写体位置検出装置 13 と、撮影光学系 7 の焦点距離を検出するコントロール部 12 と、撮影光学系 7 と撮影被写体との間の複数の距離及び複数の焦点距離の組み合わせに対応した補正データが記憶された補正マトリクスメモリ 17 と、被写体位置検出装置 13 及びコントロール部 12 によって検出された撮影光学系 7 と撮影被写体との間の距離、及び撮影光学系 7 の焦点距離とに対応する補正データを補正マトリクスメモリ 17 から読み出し、この読み出した補正データを用いて CCD 9 によって撮像された物体像に対し補正処理を行う補正画像生成部 18 を具備する。





1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】 撮影光学系と、

この撮影光学系を介して入射される撮影被写体の物体像を撮像する撮像手段と、

前記撮影光学系と撮影被写体との間の距離を検出する被写体位置検出手段と、

前記撮影光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、

前記撮影光学系と撮影被写体との間の複数の距離及び複数の焦点距離の組み合わせに対応した補正データが記憶された記憶手段と、

前記被写体位置検出手段及び前記焦点距離検出手段によって検出された前記撮影光学系と撮影被写体との間の距離、及び撮影光学系の焦点距離とに対応する補正データを前記記憶手段から読み出し、この読み出した補正データを用いて前記撮像手段によって撮像された物体像に対し補正処理を行う劣化画像補正手段と、  
を具備したことを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】 前記撮影光学系、撮影被写体及び前記撮像手段の間の距離情報、前記撮影光学系の焦点距離情報及び前記撮影光学系に関する設計上の光学系情報とを用いて、

同一の撮影被写体の空間周波数情報から、計算により前記撮影光学系が合焦状態にあるときに理論的に前記撮像手段に結像する理想画像情報と、前記撮影光学系が非合焦状態にあるときに理論的に前記撮像手段に結像する劣化画像情報とを得て、これら理想画像情報と劣化画像情報とから計算により前記補正データを求めることを特徴とする請求項 1 記載の撮像装置。

## 【請求項 3】 撮影光学系と、

この撮影光学系を介して入射される撮影被写体の物体像を撮像する撮像手段と、

前記撮影光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、

前記撮影光学系の焦点距離を変化させる焦点距離変化手段と、

前記撮影光学系と撮影被写体との間の距離を検出する被写体位置検出手段と、

前記焦点距離変化手段と与える焦点距離の設定値を出力する焦点距離出力手段と、

前記撮影光学系と撮影被写体との間の複数の距離及び複数の焦点距離の組み合わせに対応した補正データが記憶された記憶手段と、

前記被写体位置検出手段及び前記焦点距離検出手段によって検出された前記撮影光学系と撮影被写体との間の距離、及び撮影光学系の焦点距離とに対応する補正データを前記記憶手段から読み出し、この読み出した補正データを用いて前記撮像手段によって撮像された物体像に対し補正処理を行う劣化画像補正手段とを有し、  
同一の撮影被写体を前記撮影光学系が合焦状態にあると

2

きに前記撮像手段に結像したときの像の理想画像情報と、前記撮影光学系から撮影被写体迄の任意の距離 A のもとで非合焦状態にあるときに前記撮像手段に結像したときの像の劣化画像情報とを実際に得て、これら理想画像情報と劣化画像情報とから計算により前記撮影光学系から撮影被写体迄の任意の距離 A のもとでの前記補正データを求めることを特徴とする撮像装置。

【請求項 4】 前記記憶手段は、前記撮影光学系と撮影被写体との間の複数の距離及び前記撮影光学系の複数の焦点距離の組み合わせに対応した補正データを持ち、前記劣化画像補正手段は、前記被写体位置検出手段が求めた距離情報及び前記焦点距離出力手段が出力した焦点距離情報に基づいて前記記憶手段から読み出した補正データを用いて前記撮像手段で撮像された物体像に対し補正処理を行うことを特徴とする請求項 3 記載の撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は撮像装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】被写体の撮像装置においては、撮影光学系の特性によって撮影時に被写体像が劣化するのを防ぐために何らかの方法が用いられている。例えば、複数のレンズを適宜組み合わせることで配置することによってレンズの収差をできるだけ少なくし、撮影時の被写体像の劣化を抑えることを意図したものがある。また、レンズの焦点を合わせるためにオートフォーカス機構を用いた撮像装置もある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の撮像装置においては、安価なレンズを適宜組み合わせた場合は、劣化した画像を正確に復元することができなかった。また、高価なレンズを組み合わせた場合は、撮影光学系全体が大きなものになってしまう。また、良好な合焦状態を得るためには高価な AF 機構を使用しなければならなかった。

【0004】本発明の撮像装置はこのような課題に着目してなされたものであり、その目的とするところは、撮影光学系の特性にかかわらず、撮像した劣化画像を正確に元の画像に復元することができる撮像装置を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、第 1 の発明に係る撮像装置は、撮影光学系と、この撮影光学系を介して入射される撮影被写体の物体像を撮像する撮像手段と、前記撮影光学系と撮影被写体との間の距離を検出する被写体位置検出手段と、前記撮影光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、前記撮影光学系と撮影被写体との間の複数の距離及び複数の焦点距離の組み合わせに対応した補正データが記憶された

記憶手段と、前記被写体位置検出手段及び前記焦点距離検出手段によって検出された前記撮影光学系と撮影被写体との間の距離、及び撮影光学系の焦点距離とに対応する補正データを前記記憶手段から読み出し、この読み出した補正データを用いて前記撮像手段によって撮像された物体像に対し補正処理を行う劣化画像補正手段とを具備する。

【0006】また、第2の発明に係る撮像装置は、第1の発明に係る撮像装置において、前記撮影光学系、撮影被写体及び前記撮像手段の間の距離情報、前記撮影光学系の焦点距離情報及び前記撮影光学系に関する設計上の光学系情報とを用いて、同一の撮影被写体の空間周波数情報から、計算により前記撮影光学系が合焦状態にあるときに理論的に前記撮像手段に結像する理想画像情報と、前記撮影光学系が非合焦状態にあるときに理論的に前記撮像手段に結像する劣化画像情報とを得て、これら理想画像情報と劣化画像情報とから計算により前記補正データを求める。

【0007】また、第3の発明に係る撮像装置は、撮影光学系と、この撮影光学系を介して入射される撮影被写体の物体像を撮像する撮像手段と、前記撮影光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、前記撮影光学系の焦点距離を変化させる焦点距離変化手段と、前記撮影光学系と撮影被写体との間の距離を検出する被写体位置検出手段と、前記焦点距離変化手段に与える焦点距離の設定値を出力する焦点距離出力手段と、前記撮影光学系と撮影被写体との間の複数の距離及び複数の焦点距離の組み合わせに対応した補正データが記憶された記憶手段と、前記被写体位置検出手段及び前記焦点距離検出手段によって検出された前記撮影光学系と撮影被写体との間の距離、及び撮影光学系の焦点距離とに対応する補正データを前記記憶手段から読み出し、この読み出した補正データを用いて前記撮像手段によって撮像された物体像に対し補正処理を行う劣化画像補正手段とを有し、同一の撮影被写体を前記撮影光学系が合焦状態にあるときに前記撮像手段に結像したときの像の理想画像情報と、前記撮影光学系から撮影被写体迄の任意の距離Aのもとで非合焦状態にあるときに前記撮像手段に結像したときの像の劣化画像情報とを実際に得て、これら理想画像情報と劣化画像情報とから計算により前記撮影光学系から撮影被写体迄の任意の距離Aのもとでの前記補正データを求める。

【0008】また、第4の発明に係る撮像装置は、第3の発明に係る撮像装置において、前記記憶手段は、前記撮影光学系と撮影被写体との間の複数の距離及び前記撮影光学系の複数の焦点距離の組み合わせに対応した補正データを持ち、前記劣化画像補正手段は、前記被写体位置検出手段が求めた距離情報及び前記焦点距離出力手段が出力した焦点距離情報に基づいて前記記憶手段から読み出した補正データを用いて前記撮像手段で撮像された

物体像に対し補正処理を行う。

【0009】すなわち、第1の発明に係る撮像装置は、撮影光学系を介して入射される撮影被写体の物体像を撮像手段によって撮像するにあたって、前記撮影光学系と撮影被写体との間の距離を被写体位置検出手段によって検出するとともに、前記撮影光学系の焦点距離を焦点距離検出手段によって検出する。また、前記撮影光学系と撮影被写体との間の複数の距離及び複数の焦点距離の組み合わせに対応した補正データを記憶手段に記憶しておく。そして、前記被写体位置検出手段及び前記焦点距離検出手段によって検出された前記撮影光学系と撮影被写体との間の距離、及び撮影光学系の焦点距離とに対応する補正データを前記記憶手段から読み出し、この読み出した補正データを用いて前記撮像手段によって撮像された物体像に対し劣化画像補正手段によって補正処理を行なうようにする。

【0010】また、第2の発明に係る撮像装置は、第1の発明に係る撮像装置において、前記撮影光学系、撮影被写体及び前記撮像手段の間の距離情報、前記撮影光学系の焦点距離情報及び前記撮影光学系に関する設計上の光学系情報とを用いて、同一の撮影被写体の空間周波数情報から、計算により前記撮影光学系が合焦状態にあるときに理論的に前記撮像手段に結像する理想画像情報と、前記撮影光学系が非合焦状態にあるときに理論的に前記撮像手段に結像する劣化画像情報とを得て、これら理想画像情報と劣化画像情報とから計算により前記補正データを求めるようにする。

【0011】また、第3の発明に係る撮像装置は、撮影光学系を介して入射される撮影被写体の物体像を撮像手段によって撮像するにあたって、焦点距離検出手段によって前記撮影光学系の焦点距離を検出するとともに、被写体位置検出手段によって前記撮影光学系と撮影被写体との間の距離を検出する。このとき、焦点距離出力手段によって出力された焦点距離の設定値を焦点距離変化手段に与えて前記撮影光学系の焦点距離を変化させる。また、前記撮影光学系と撮影被写体との間の複数の距離及び複数の焦点距離の組み合わせに対応した補正データを記憶手段に記憶しておく。そして、前記被写体位置検出手段及び前記焦点距離検出手段によって検出された前記撮影光学系と撮影被写体との間の距離、及び撮影光学系の焦点距離とに対応する補正データを前記記憶手段から読み出し、この読み出した補正データを用いて前記撮像手段によって撮像された物体像に対し劣化画像補正手段によって補正処理を行うようにする。このとき、同一の撮影被写体を前記撮影光学系が合焦状態にあるときに前記撮像手段に結像したときの像の理想画像情報と、前記撮影光学系から撮影被写体迄の任意の距離Aのもとで非合焦状態にあるときに前記撮像手段に結像したときの像の劣化画像情報とを実際に得て、これら理想画像情報と劣化画像情報とから計算により前記撮影光学系から撮影

被写体迄の任意の距離 A のもとでの前記補正データを求めるようにする。

【0012】また、第4の発明に係る撮像装置は、第3の発明に係る撮像装置において、前記記憶手段には、前記撮影光学系と撮影被写体との間の複数の距離及び前記撮影光学系の複数の焦点距離の組み合わせに対応した補正データを記憶しておき、前記被写体位置検出手段が求めた距離情報及び前記焦点距離出力手段が出力した焦点距離情報に基づいて前記記憶手段から読み出した補正データを用いて前記撮像手段で撮像された物体像に対し前記劣化画像補正手段によって補正処理を行なうようにする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。図1は本発明の第1実施形態に係る撮像装置の構成を示すブロック図である。同図において、撮影光学系7は撮影被写体1を撮影できる所定の位置に配置されている。この撮影光学系7は、撮影被写体1からの光束を調節するための視野絞り2及びこの視野絞り2を駆動する絞りドライバ3と、レンズ（可動レンズ）4及びこのレンズ4を駆動して焦点距離を制御するレンズドライバ5と、焦点距離を設定する焦点距離設定回路6とから構成される。

【0014】また、撮影光学系7に隣接して、R（赤）、G（緑）、B（青）の色フィルタからなる回転色フィルタ8が配置され、この回転色フィルタ8には、レンズ4を透過した光を検出するための撮像手段としてのCCD9と、プリアンプ14と、A/D変換器15と、フレームメモリ16とが順に接続されている。フレームメモリ16は補正画像を生成する劣化画像補正手段としての補正画像生成部18の第1入力部に接続され、この補正画像生成部18の出力部は生成された補正画像を表示するための表示装置19に接続されている。

【0015】また、記憶手段としての補正マトリクスメモリ17は、R（赤）用補正マトリクスメモリ17aと、G（緑）用補正マトリクスメモリ17bと、B（青）用補正マトリクスメモリ17cとから構成され、その第1入力部と第2入力部はコントロール部12に接続されている。第1入力部は3つの補正マトリクスメモリ17a、17b、17cのうちから1つを選択するためのRGB選択信号を受け、第2入力部は焦点距離情報fを受ける。また、補正マトリクスメモリ17の第3入

$$f_c(r) = V \times g(r)$$

以下にこの補正マトリクスVを求める方法を説明する。ここでは既知の撮影光学系についてあらかじめ得られた設計上の光学データとして、複数の焦点距離データと、撮像素子に対する被写体の位置データとを用意する。そして、これらのデータから特定の1組の焦点距離-被写体位置データについて、劣化画像 $g(r)$ と、それに対する理想画像 $f(r)$ についての各P個ずつのトレーニ

\* 力部は被写体位置情報qを受けるべく被写体位置検出装置13に接続され、その出力部は補正画像生成部18の第2入力部に接続されている。被写体位置検出装置13とコントロール部12とは、撮影光学系7の特性を決定する光学パラメータ（被写体位置情報q及び焦点距離情報f）を検出する検出手段を構成する。

【0016】さらに、コントロール部12は、上記絞りドライバ3とレンズドライバ5とに接続された焦点距離設定回路6と、回転色フィルタ8を駆動するための色フィルタドライバ10と、CCD9を駆動するためのCCDドライバ11に接続されている。

【0017】上記した補正マトリクスメモリ17のR（赤）用補正マトリクスメモリ17aと、G（緑）用補正マトリクスメモリ17bと、B（青）用補正マトリクスメモリ17cにはそれぞれ、劣化した画像を補正するための補正データとしてのR用補正マトリクスとG用補正マトリクスとB用補正マトリクスとがあらかじめ求められて記憶されているが、以下この補正マトリクスの算出方法について説明する。

【0018】図2はこのような補正マトリクスを算出するための構成を示しており、学習データとしての劣化画像と理想画像を受けて以下に述べる学習によって補正マトリクスを計算する補正マトリクス学習回路20と、求めた補正マトリクスを記憶するための補正マトリクスメモリ21とを具備している。ここで、理想画像は図7

(a)～(c)に一例として示したような、光軸と直交する平面での空間周波数情報を表現できるようなパターン情報を用いる。用いる理想画像のパターン数を多くするほど、以下で詳述する補正マトリクスがより適正なものとなる。このパターン数を以下ではPとして表現している。また、劣化画像は、被写体距離検出装置13が検出した前記撮影光学系7と撮影被写体1との間の距離情報、焦点距離設定回路6が設定した前記撮影光学系7の焦点距離情報及び前記撮影光学系7に関する設計上の光学的情報とを用いて理想画像情報である前記パターン情報から計算によって求めた画像情報である。

【0019】一般に撮影光学系を介して撮像することによって元の画像が劣化した場合、劣化画像 $g(r)$ に所定の補正マトリクスVを乗算して補正画像 $f_c(r)$ を得ることにより元の画像を復元できることが知られている。

【0020】

$$\dots (1)$$

ングセット（学習セット）（ $i = 1 \sim P$ ）を学習データとして用意する。

【0021】

劣化画像  $g^{(i)}(r) \quad i = 1 \sim P$

理想画像  $f^{(i)}(r) \quad i = 1 \sim P$

補正画像  $f_c^{(i)}(r) \quad i = 1 \sim P$

とすると、

(5)

$$f_c^{(i)}(r) = V \times g^{(i)}(r) \quad \dots (2)$$

となる。ここで、評価関数 E を

【0022】

$$E = \sum_{i=1}^P (f_c^{(i)}(r) - f^{(i)}(r))^2 / 2$$

$$= \sum_{i=1}^P (V \times g^{(i)}(r) - f^{(i)}(r))^2 / 2 \quad \dots (3)$$

と定義する。また、P 個ずつの各トレーニングセットを以下の行列表記で表す。

【0023】

$$F = (f^{(1)}, f^{(2)}, \dots, f^{(P)})$$

$$G = (g^{(1)}, g^{(2)}, \dots, g^{(P)})$$

$$V^{(k+1)} = V^{(k)} - \gamma (dE/dV^{(k)}) \quad \gamma: \text{定数} \quad \dots (4)$$

のように与えると、

$$V^{(k+1)} = V^{(k)} - \gamma (F_c - F) G^T = V^{(k)} - \gamma (V^{(k)} G - F) G^T$$

$$= V^{(k)} (I - \gamma G G^T) + \gamma F G^T \quad \dots (5)$$

(4) 式において、 $G^T$  は G の転置行列であり、I は単位行列である。

【0024】ここで、 $G G^T$  が正則で、かつその全ての

固有値  $\lambda_i$  に対して  $\gamma$  が  $0 < 1 - \gamma \lambda_i < 1$  を満たすと★

$$V^{(\infty)} = F G^T (F F^T)^{-1}$$

【0026】補正マトリクス学習回路 20 は入力された劣化画像 G と理想画像 F に関する各 P 個の学習データを用いて、(6) 式に基づいて補正マトリクス V を求め、これを R、G、B それぞれ 3 色について補正マトリクスの学習を行って補正マトリクスメモリ 21 に逐次記憶する。

【0027】次に、焦点距離データとして同じものを用い、被写体位置データとして別のデータを用いて、上記した方法で補正マトリクス V を各色ごとに求める。このような操作をあらかじめ用意したすべての被写体位置データについて行って得られた補正マトリクス V を補正マトリクスメモリ 21 に記憶していく。

【0028】次に、今度は、1 つの被写体位置データについて、焦点距離データを交換しながら補正マトリクス V を各色ごとに求め、この操作をあらかじめ用意したすべての焦点距離データについて行って得られた補正マトリクス V を補正マトリクスメモリ 21 に記憶する。

【0029】補正マトリクスメモリ 21 に蓄えられた R 用、G 用、B 用の補正マトリクスデータは、本撮像装置が市場に出荷される前に組み込まれた補正マトリクスメモリ 17 に書き込まれる。このとき例えば R 用の補正マトリクスデータは、図 3 に示すように各被写体位置  $q_1, q_2, \dots, q_n$  と各焦点距離  $f_1, f_2, \dots, f_n$  とが対応づけられて書き込まれる。

【0030】以下に、上記した方法で求められた補正マトリクス V が記憶された補正マトリクスメモリ 17 を使用して劣化画像を補正する補正動作について説明する。

$$F_c = (f_c^{(1)}, f_c^{(2)}, \dots, f_c^{(P)})$$

$$F_c = V G$$

そして、最適な補正マトリクス V を求めるために、補正マトリクス V を更新するための式を

★きに補正マトリクス V は収束して以下の (6) 式になる。

【0025】

【数 2】

$$\dots (6)$$

まず、レンズ 4 の焦点距離をコントロール部 12 に入力すると、焦点位置設定回路 6 はコントロール部 12 からの指令で焦点距離を設定する。レンズドライバ 5 はこの設定された焦点距離になるようにレンズ 4 を駆動してその位置を調節する。ここで、第 1 実施形態では比較的安価なレンズを用い、かつ撮像光学系を小形にするためにできるだけ簡易な構成にしているので、焦点位置の調節を行ってもレンズの収差などにより良好な合焦状態が得られず撮像時の被写体像が劣化してぼける場合がある。しかしながら、この時点で画像が劣化しても後述する補正マトリクスを使用した補正処理によって元の画像を復元することができる。

【0031】次に色フィルタドライバ 10 によって回転色フィルタ 8 を R 側に設定した後、焦点距離の設定されたレンズ 4 を通して撮影被写体 1 を撮影し、CCD 9 で物体光を検出し電気信号として出力する。この電気信号はプリアンプ 14 で増幅され、A/D 変換器 15 でデジタル信号に変換される。変換されたデジタル信号はフレームメモリ 16 に蓄えられ、R 用画像信号 (劣化画像  $g(r)$ ) として補正画像生成部 18 に送られる。

【0032】補正画像生成部 18 に入力された R 用画像信号は以下のようにして補正される。まず、補正マトリクスメモリ 17 において、コントロール部 12 からの R G B 選択信号によって R 用補正マトリクスメモリ 17a が選択され、かつ被写体位置検出装置 13 からの被写体位置情報  $q$  と、コントロール部 12 からの焦点距離情報  $f$  に対応する R 用補正マトリクス V が R 用補正マトリクス

メモリ 17 a から読み出される。ここで、被写体位置検出装置 13 からの被写体位置情報  $q$  及びコントロール部 12 からの焦点距離情報  $f$  と同一の値が R 用補正マトリクスメモリ 17 a にないときには、それぞれの数値に近い被写体位置情報、焦点距離情報を用いて、R 用補正マトリクス  $V$  を選択し、R 用補正マトリクスメモリ 17 a から読み出す。補正画像生成部 18 は図 4 に示すような乗算部 18 a を具備しており、この乗算部 18 a で R 用補正マトリクス  $V$  とフレームメモリ 16 から入力される R 用画像信号としての劣化画像  $g(r)$  とを乗算することによって R 用補正画像  $f_c(r)$  を生成して表示装置 19 へ出力する。

【0033】次に色フィルタドライバ 10 によって回転色フィルム 8 を G (緑) に設定するとともに、RGB 選択信号によって G 用補正マトリクスメモリ 17 b を選択する。

【0034】G 用画像を得るためのレンズの焦点距離は変化させない。よって、コントロール部 12 から出力される焦点距離情報  $f$  は R 用画像の時に用いたものと同じデータである。

【0035】補正画像生成部 18 は撮影被写体 1 を撮影して得られた G 用画像データをフレームメモリ 16 から読出してこれに G 用補正マトリクスメモリ 17 b からの G 用補正マトリクス  $V$  を乗算して G 用補正画像  $f_c(r)$  を求め、これを表示装置 19 へ出力する。以下、同様に得られた B (青) 用画像データについても、B 用補正マトリクスメモリ 17 c からの B 用補正マトリクス  $V$  を乗算して B 用補正画像  $f_c(r)$  を求めて表示装置 19 へ出力する。

【0036】表示装置 19 はこのようにして得られた R 用、G 用、B 用補正画像  $f_c(r)$  を合成して得られる合成画像を表示する。以上、第 1 実施形態によれば、撮影光学系の特性にかかわらず、撮像によって劣化した画像を正確に元の画像に復元することができる。これによって撮影光学系の構成を安価な構成とすることができる。すなわち、安価なレンズや簡易な撮影光学系あるいは精度の低い AF 機構を用いたことにより、あるいは焦点を合わせるための機構を持たないために撮像時の画像が劣化しても、本実施形態の補正マトリクスを用いて補正することにより元の画像を正確に復元することができる。また、本実施形態は R、G、B の 3 色それぞれについて補正マトリクスを用意しているため、安価なレンズを用いたために色収差が発生してもこれを補正して元の画像を復元できる。なお、色収差の少ないレンズを用いた場合は、RGB の 3 色について補正マトリクスを求める必要はなく、輝度データのみでよい。

【0037】なお、補正マトリクスメモリ 17 として着脱可能なメモリカードを用い、例えばレンズ 4 を他のレンズと交換したときにこれに合わせて他のメモリカードと交換するようにしてもよい。

【0038】以下に本発明の第 2 実施形態を説明する。第 2 実施形態は実際に使用される撮影光学系を用いて被写体の撮像を行い、得られた画像を学習データとして用いる。ここでは、図 5 に示すような構成の撮影光学系を用いるものとする。この構成は図 1 に示す第 1 実施形態の構成において補正マトリクス学習回路 20 と学習データメモリ 21 とからなる回路ブロックをさらに設けた点が主として第 1 実施形態と異なる。この回路ブロックはフレームメモリ 16 と補正画像生成部 18 との間に設けられた学習切り替えスイッチ 22 と、コントロール部 12 と被写体位置検出装置 13 と、補正マトリクスメモリ 17 に接続されている。他の構成は第 1 実施形態と同様なのでここでは説明を省略する。

【0039】まず、学習切り替えスイッチ 22 を a 側にし、撮影被写体 1 の像が CCD 9 にピントがあって結像するようなレンズ 4 の焦点距離をコントロール部 12 に入力する。ここで、コントロール部 12 へのレンズ 4 の焦点距離の入力は、撮影光学系 7 が AF 機能を有しているときには図示しない AF 制御部が行い、撮影光学系 7 が AF 機能を有していないときには操作者がマニュアルで行う。レンズドライバ 5 はこの設定された焦点距離になるようにレンズ 4 を駆動してその位置を調節する。次に、色フィルタドライバ 10 によって回転色フィルタ 8 を R (赤) に設定した後、焦点距離の設定されたレンズ 4 を通して撮影被写体 1 を撮影して CCD 9 で物体光を検出し電気信号として出力する。ここで撮影被写体 1 としては第 1 実施形態で用いた図 7 に示すようなパターンを用いる。ただし、第 2 実施形態では図 7 に示すようなパターンを有する実際のチャート紙を撮影被写体 1 として用いる。CCD 9 から出力された電気信号はプリアンプ 14 で増幅され、A/D 変換器 15 でデジタル信号に変換された後、画像データとしてフレームメモリ 16 に蓄えられる。また、フレームメモリ 16 に書き込まれた画像データは学習データとして学習データメモリ 21 にも書き込まれる。同様にして回転色フィルタ 8 を切り替えて G (緑)、B (青) についても上記の操作を行って得られた画像データを学習データメモリ 21 に書き込む。このとき、コントロール部 12 からの焦点距離情報  $f$  と、被写体位置検出装置 13 からの被写体位置情報  $q$  も検出されて学習データメモリ 21 に記憶される。

【0040】この学習データメモリ 21 に記憶した画像データは、以下で詳述する理想画像  $f(i)$  として用いられる。次に、劣化画像を取り込むために、焦点距離、被写体位置及び色フィルタを変えて撮影被写体 1 を撮影し上記に示した操作と同様に画像データを学習データメモリ 21 に蓄える。このとき、コントロール部 12 からの焦点距離情報  $f$  と、被写体位置検出装置 13 で検出された被写体位置情報  $q$  も学習データメモリ 21 に記憶される。焦点距離情報  $f$ 、被写体位置情報  $q$  及び色フィルタ情報と、画像データは対応付けて学習データメモリ 2

11

1に記憶される。

【0041】以下に、このようにして求められた学習データを用いて最適な補正マトリクスを求める方法を説明する。ここでは、P枚の画像データがあるものとしてこれに対応する理想画像 $f^{(1)}$ と劣化画像 $g^{(1)}$ を用いて補正マトリクスを決める。

【0042】ここでは理想画像 $f^{(1)}$ 、劣化画像 $g^{(1)}$ 、補正画像 $f_c^{(1)}$ を第1実施形態と同様に行列表記を用いて、

$$F = (f^{(1)}, f^{(2)}, \dots, f^{(P)})$$

$$e = \sum_{i=1}^P (f_c^{(i)} - f^{(i)})^2 / 2 = \sum_{i=1}^P (V \times g^{(i)} - f^{(i)})^2 / 2$$

…(7)

【0045】 $de/dV$ が0になったときに評価関数 $e$ が最小と考えられるが、ここでは冗長性をもたせて最小値よりも所定の値だけ大きい値 $e_c$ を用い、 $e$ が $e_c$ より

$$e < e_c$$

まず、補正マトリクスが初期行列 $V^{(1)}$ であるときの評価関数 $e$ を求め、この $e$ が(8)式を満たしているかどうかを判断する。ここで満たしている場合は初期行列 $V^{(1)}$ を補正マトリクスとして採用するが、満たさない場合★

$$V^{(n+1)} = V^{(n)} - \gamma (de/dV^{(n)}) \quad \dots (9)$$

のように与えると、

$$\begin{aligned} V^{(n+1)} &= V^{(n)} - \gamma (F_c - F) G^T = V^{(n)} - \gamma (V^{(n)} G - F) G^T \\ &= V^{(n)} (I - \gamma G G^T) + \gamma F G^T \end{aligned} \quad \dots (10)$$

そして、(8)式を満たしたときの補正マトリクスの値を最適な補正マトリクス $V$ として採用する。

【0048】以下に、図6のフローチャートを用いて上記した補正マトリクス $V$ を求める動作をさらに説明する。まず、撮影したP枚の学習データとしての劣化画像を準備する(ステップS1)。次に、初期補正マトリクス $V^{(1)}$ を用いて(7)式の評価関数 $e$ の計算を行う(ステップS2)。初期補正マトリクスとして通常は単位行列を用いるが、必要に応じて他の行列を用いても良い。次に評価関数 $e$ が閾値以下かどうか、すなわち

(8)式を満たすかどうかを判断し、YESの場合は初期補正マトリクスを正規の補正マトリクスとする(ステップS9)。ここでNOの場合は、ステップS4に進んで(10)式に基づいて補正マトリクスの更新を行って暫定補正マトリクスを決定する(ステップS4、S5)。次にこの暫定補正マトリクスを用いて評価関数 $e$ の計算を行い、これが(8)式を満たすかどうかを判断する(ステップS6、S7)。ここでNOの場合はステップS8に移行して(10)式に基づいて補正マトリクスを更新した後、ステップS5に戻って次の暫定補正マトリクス $V$ を決定して上記した処理を反復する。

【0049】上記した処理を評価関数 $e$ が(8)式を満たすまで繰り返し、満たしたときの補正マトリクスの値を正規の補正マトリクス $V$ とする(ステップS9)。最

$$\begin{aligned} * G &= (g^{(1)}, g^{(2)}, \dots, g^{(P)}) \\ F_c &= (f_c^{(1)}, f_c^{(2)}, \dots, f_c^{(P)}) \\ F_c &= V G \end{aligned}$$

のように定義する。

【0043】そして、補正マトリクス $V$ の初期行列 $V^{(1)}$ を与え、以下の(7)式及び(8)式に基づいて補正マトリクス $V$ を評価する。ここでは評価関数 $e$ として以下の式を用いる。

【0044】

【数3】

※りも小さくなったとき、すなわち、次の(8)式を満たしたときに評価を打ち切るものとする。

【0046】

…(8)

★合は以下の(9)、(10)式に基づいて補正マトリクスを更新する。

【0047】

最終的に得られた補正マトリクスは補正マトリクスメモリ17のR用補正マトリクスメモリ17aに書き込まれる。上記の方法で補正マトリクスが求められない場合は初期補正マトリクスを設定し直して学習を行う。

【0050】このようにしてR(赤)用の各焦点距離情報 $f$ 及び各被写体位置情報 $q$ に関する補正マトリクスを求めた後、同様にしてG(緑)、B(青)用の各焦点距離情報 $f$ 及び各被写体位置情報 $q$ に関する補正マトリクスを求めてG用補正マトリクスメモリ17b、B用補正マトリクスメモリ17cにそれぞれに書き込む。この場合も図3に示すように、各被写体位置 $q_1, q_2, \dots, q_n$ と各焦点距離 $f_1, f_2, \dots, f_n$ とが対応づけられて書き込まれる。

【0051】このようにして補正マトリクス $V$ が補正マトリクスメモリ17に記憶された後は、学習切り替えスイッチ22をb側に切り替えて、補正マトリクス20と学習データメモリ21とからなる回路ブロックを本撮像装置から取り外しても良い。この回路ブロックが取り外された状態で本撮像装置を市場に出荷した方が装置全体を安価に供給できる。

【0052】以下に、被写体の撮像によって劣化した画像を補正マトリクスメモリ17に記憶された補正マトリクスを使用して劣化画像を補正する補正動作を説明する。まず、レンズ4の焦点距離をコントロール部12に

入力すると、焦点距離設定回路 6 はコントロール部 12 からの指令によって焦点距離を設定する。レンズドライバ 5 はこの設定された焦点距離になるようレンズ 4 を駆動してその位置を調節する。ここで、第 2 実施形態では比較的安価なレンズを用い、かつ撮影光学系を小型にするためにできるだけ簡易な構成にしているため、焦点位置の調節を行ってもレンズの収差などにより良好な合焦状態が得られず撮像時の被写体像が劣化してぼける場合がある。しかしながら、この時点で画像が劣化しても後述する補正マトリクスを使用した補正処理によって元の画像を復元することができる。

【0053】次に、色フィルタドライバ 10 によって色フィルタ 9 を R (赤) に設定して、焦点距離の設定されたレンズ 4 を通して撮影被写体 1 を撮影し、CCD 9 で物体光を検出して電気信号として出力する。この電気信号はプリアンプ 14 で増幅され、A/D 変換器 15 でデジタル信号に変換される。このデジタル信号はフレームメモリ 16 に蓄えられた後、R 用画像信号  $g(r)$  として補正画像生成部 18 へ出力される。

【0054】このとき、補正マトリクスメモリ 17 には、コントロール部 12 からの焦点距離情報  $f$  及び RGB 選択信号と、被写体位置検出装置 13 からの被写体位置情報  $q$  とが供給される。そして RGB 選択信号によって R 用補正マトリクスメモリ 17a が選択され、焦点距離情報  $f$  と被写体位置情報  $q$  によって R 用補正マトリクスメモリ 17a から対応する R 用補正マトリクス  $V$  が選択されて補正画像生成部 18 に出力される。ここで、被写体位置情報  $q$  及び焦点距離情報  $f$  と同一の値が R 用補正マトリクスメモリ 17a にないときには、それぞれの数値に近い被写体位置情報、焦点距離情報を用いて、R 用補正マトリクス  $V$  を選択し、R 用補正マトリクスメモリ 17a から読み出す。補正画像生成部 18 は、この R 用補正マトリクス  $V$  とフレームメモリ 16 からの R 用画像信号  $g(r)$  とを乗算することによって R 用補正画像  $f_c(r)$  を生成して表示装置 19 へ出力する。

【0055】続いて色フィルタドライバ 10 によって回転色フィルタ 8 を G (緑) に設定する。ここで G 用画像を得るためのレンズの焦点距離は変化させない。よって、コントロール部 12 から出力される焦点距離情報  $f$  は R 用画像の時に用いたものと同じデータである。撮影被写体 1 を撮像して得られた画像を G 用画像信号  $g(r)$  として補正画像生成部 18 に入力する。同様にして焦点距離情報  $f$  と、被写体位置情報  $q$  と RGB 選択信号に基づいて今度は G 用補正マトリクスメモリ 17b から対応する補正マトリクス  $V$  を選択して補正画像生成部 18 に入力する。補正画像生成部 18 は G 用画像信号  $g(r)$  と補正マトリクス  $V$  とを乗算して G 用補正画像  $f_c(r)$  を生成して表示装置 19 へ出力する。同様にして、B 用補正画像  $f_c(r)$  を得て表示装置 19 へ出力する。表示装置 19 は入力された R 用、G 用、B 用補正

画像  $f_c(r)$  を合成して得られる補正画像を表示する。

【0056】上記した第 2 実施形態によれば、撮影光学系の特性にかかわらず、撮像によって劣化した画像を正確に元の画像に復元することができる。これによって撮影光学系の構成を安価な構成とすることができる。すなわち、安価なレンズや簡易な撮影光学系あるいは精度の高くない AF 機構を用いたことにより、あるいは焦点を合わせるための機構を持たないために撮像時の画像が劣化しても、補正マトリクスを用いて補正することにより元の画像を正確に復元することができる。特に第 2 実施形態では実際の撮影光学系を用いた学習によって補正マトリクスを求めているので、より精度の高い補正マトリクスを得ることができる。また、本実施形態は R、G、B の 3 色それぞれについて補正マトリクスを用意しているので、安価なレンズを用いたために色収差が発生してもこれを補正して元の画像を復元できる。なお、色収差の少ないレンズを用いた場合は、RGB の 3 色について補正マトリクスを求める必要はなく、輝度データのみでよい。

【0057】なお、上記した第 1 及び第 2 実施形態では、レンズ 4 の焦点距離情報をレンズ 4 の位置を移動させることで得ているが、この他に例えば液晶レンズを使用しても実現できる。すなわち、液晶レンズを固定配置し、この液晶レンズに印加する電圧を変化させることにより、液晶内部の屈折率を変化させて焦点距離を変化させるようにしてもよい。またレンズ 4 を単レンズにして固定配置した光学系を使用しても良い。光学系を固定配置することにより光学系をさらに小型にすることができる。

【0058】また、補正マトリクスは被写体の撮影に先だててあらかじめ求めているので、撮影後の補正処理を高速に行える利点がある。しかしながら本発明はこれに限定されず、実際の撮影を行いながら補正マトリクスを求めるようにしてもよい。これによってより精度の高い補正マトリクスを得ることができる。

【0059】

【発明の効果】本発明によれば、撮影光学系の特性にかかわらず、撮像によって劣化した画像を正確に元の画像に復元することができる。これによって撮影光学系の構成を簡易かつ安価な構成とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る撮像装置の構成を示す図である。

【図 2】補正マトリクス学習回路の学習動作を説明するための図である。

【図 3】補正マトリクスメモリのデータ構成を示す図である。

【図 4】補正画像生成部の構成を示す図である。

【図 5】本発明の第 2 実施形態に係る撮像装置の構成を

示す図である。

【図6】本発明の第2実施形態の補正マトリクス決定動作を説明するためのフローチャートである。

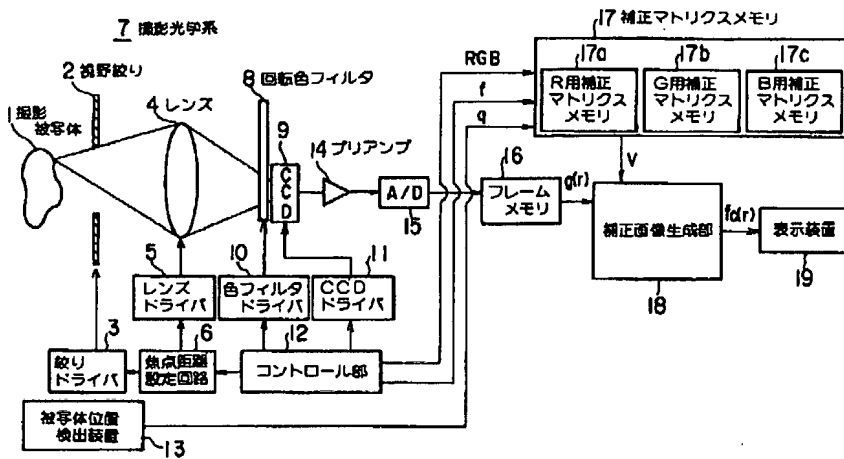
【図7】理想画像の一例を示す図である。

【符号の説明】

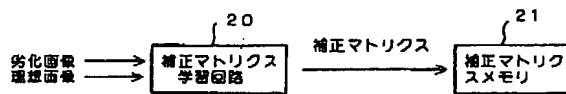
1…撮影被写体、2…視野絞り、3…絞りドライバ、4…レンズ、5…レンズドライバ、6…焦点距離設定回路、7…撮影光学系、8…回転色フィルタ、9…CCD

\* D、10…色フィルタドライバ、11…CCD、12…コントロール部、13…絞りドライバ、14…プリアンプ、15…A/D、16…フレームメモリ、17…補正マトリクスメモリ、17a…R用補正マトリクスメモリ、17b…G用補正マトリクスメモリ、17c…B用補正マトリクスメモリ、18…補正画像生成部、19…表示装置。

【図1】



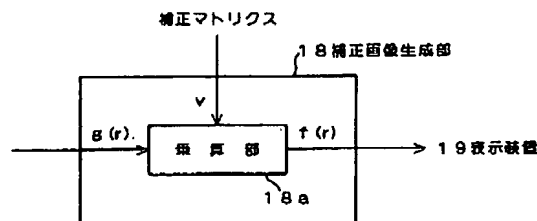
【図2】



【図3】

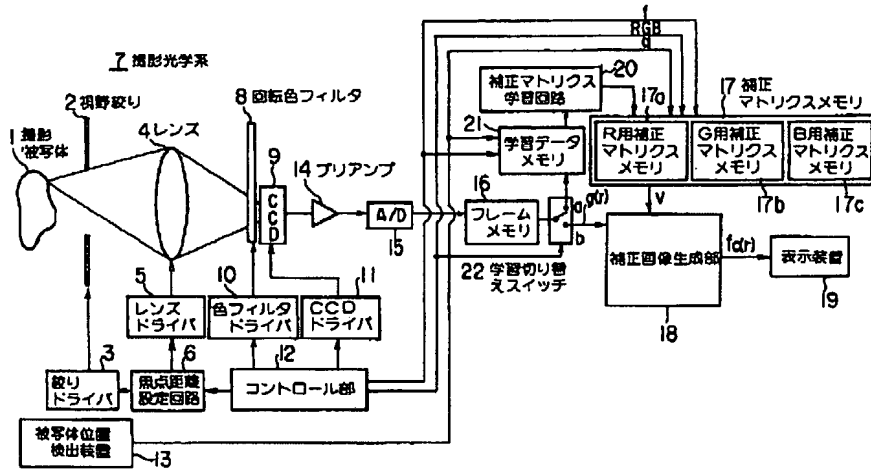
$q \backslash f$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	...
$q_1$	$V_{11}$	$V_{12}$	$V_{13}$	$V_{14}$	...
$q_2$	$V_{21}$	$V_{22}$	$V_{23}$	$V_{24}$	...
$q_3$	$V_{31}$	$V_{32}$	$V_{33}$	$V_{34}$	...
$q_4$	$V_{41}$	$V_{42}$	$V_{43}$	$V_{44}$	...
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	

【図4】

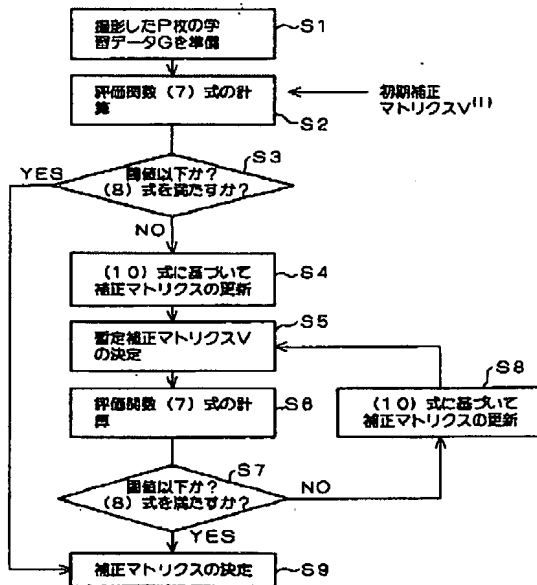




【図5】



【図6】



【図7】

